

COEFICIENTES DE REDUÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO OU COEFICIENTES DE COBERTURA (KR) EM FRUTEIRAS TROPICAIS ADULTAS MICROIRRIGADAS¹

M. A. R. CARVALHO², M. C. S. LEÃO³, L. C. C. CARVALHO⁴, F. SOUZA⁵, J. V.
AGUIAR⁶

RESUMO: Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a adequação dos modelos de estimativa do coeficiente de redução da evapotranspiração (Kr), bem como estabelecer uma equação adequada à região. As coletas foram realizadas em três áreas no Estado do Ceará: Fortaleza, Pentecoste e Paraipaba. A pesquisa ocorreu no período de Fevereiro a Maio de 2002, em cultivos irrigados por microaspersão das seguintes culturas: açaí, acerola, ata, caju, goiaba, graviola, pitanga e sapoti. Foram feitas 96 medições de diâmetro da copa, que aplicadas aos índices de cobertura (Cs), determinaram os coeficientes de redução (Kr) de diversos autores, como, Aljibury ($Kr = 1,34 \cdot Cs$), Decroix ($Kr = 0,1 + Cs$), Freeman / Garzoli [$Kr = Cs + 0,5 \cdot (1 - Cs)$], Keller [$Kr = Cs + 0,15 \cdot (1 - Cs)$] e Keller / Karmeli ($Kr = Cs / 0,85$). O delineamento experimental foi o inteiramente aleatorizado, sendo considerado tratamento cada equação de Kr (cinco) e repetição cada cultura (oito), a análise de variância mostrou que não existe diferença significativa entre as diferentes equações de Kr para um nível de 5% e devido a isto, foi feita uma regressão linear com as cinco equações, que forneceu a equação $Kr = 1,1451 \cdot Cs + 0,0273$ com um coeficiente de determinação $R^2 = 0,89$, que indica um bom ajuste.

PALAVRAS-CHAVE: sistema de irrigação localizada, índice de cobertura do solo, culturas adultas

REDUCTION FACTOR (KR) IN TROPICAL CROPS ADULTS IRRIGATED BY MICROSPRINKLER

SUMMARY: This work was done with the objective of evaluating the adaptation of the models in estimating a reduction factor (Kr), as well as to establish an appropriate equation to the area. The data collections were accomplished in three areas in the State of Ceará:

¹ Trabalho extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor, defendida em maio de 2003 na UFC.

² Eng. Agrônomo, Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. Rua Adão Schmidt, 111 bl E2 apt 4, CEP: 13417-460 Jardim Elite, Piracicaba-SP. E-mail: mardcarv@esalq.usp.br

³ Eng. Agrônomo, Ph. D., Departamento de Engenharia Agrícola da UFC. E-mail: moises@ufc.br

⁴ Eng. Agrônoma, Doutoranda em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. E-mail: lccdcarv@esalq.usp.br

⁵ Eng. Agrônomo, Ph.D., Departamento de Engenharia Agrícola da UFC. E-mail: fsouza@ufc.br

⁶ Eng. Agrônomo, D. Sc., Tecnologista do IBGE. E-mail: ivaguiar@ufc.br

Fortaleza, Pentecoste and Paraipaba. The research was done in the period of February to May of 2002, in microsprinkler irrigated areas, for the following crops: assai, antile cherry, custard apple, cashew, guava, graviola, surinam cherry and sapota. There were made 96 measurements of diameter of the crown, that applicated in ground cover (Cs), determined the reduction factors (Kr) by other researchers, as, Aljibury ($Kr = 1,34 \cdot Cs$), Decroix ($Kr = 0,1 + Cs$), Freeman / Garzoli [$Kr = Cs + 0,5 \cdot (1 - Cs)$], Keller [$Kr = Cs + 0,15 \cdot (1 - Cs)$] and Keller / Karmeli ($Kr = Cs / 0,85$) . The experimental delineation was entirely randomized, being considered treatment each equation of Kr (five) and repetition each culture (eight) the variance analysis showed that significant difference does not exist enter the different equations of Kr for a which had level of 5% and to this, was made a linear regression with the five equations, that supplied the equation $Kr = 1,1451 \cdot Cs + 0,0273$ with a determination coefficient $R^2 = 0,89$, that indicates a good adjustment.

KEYWORDS: localized irrigation system, covering of the ground index, adult crops

INTRODUÇÃO

A origem da irrigação se confunde, com a história do desenvolvimento agrícola e da prosperidade econômica de um povo, como nas antigas civilizações, que tiveram suas origens em regiões áridas, onde a produção só era possível graças ao seu uso. Assim, as grandes aglomerações que há mais de 4000 anos se fixaram nas margens férteis dos rios Huang Ho e Iang-tse-Kiang, no grande império da China, do Nilo, no Egito, do Tigre e do Eufrates na Mesopotâmia e do Ganges, na Índia, foram nascidas e conservadas graças à utilização eficiente de seus recursos hidráulicos.

Segundo AGRIANUAL (2007), no ano compreendido entre o segundo semestre de 2003 e o primeiro de 2004, a agricultura irrigada respondeu por 44% do total de alimentos produzido no mundo. Nesse período, o uso da água na agricultura representa, em nível mundial, 70,2% de toda a água doce, enquanto a indústria utiliza 20,3%, e o abastecimento humano fica com apenas 9,5%. As proporções acima mostram que os irrigantes, principais

usuários da água, não podem prescindir da mais alta eficiência possível na utilização da mesma.

O superdimensionamento de um sistema de irrigação acarreta desperdício de água e energia, podendo em alguns casos proporcionar a elevação do lençol freático, além de reduzir o número de usuários potenciais de determinada fonte de água. Quando a oferta é subestimada, pode ocorrer estresse hídrico nas fases fenológicas da cultura com maior exigência de água e concentração de raízes na camada mais superficial do solo, prejudicando a fixação das plantas.

Na irrigação localizada, comumente, se molha apenas uma parte da superfície do terreno, que, ocasionalmente, estará à sombra das plantas. Assim sendo, a demanda de água devido à evaporação do solo será mínima e a evapotranspiração da cultura, praticamente, se restringe à transpiração das plantas. Portanto, para a obtenção da necessidade de irrigação, deve-se aplicar um fator de redução ao valor da evapotranspiração máxima da cultura.

O objetivo deste experimento foi avaliar a adequação dos modelos de estimativa do coeficiente de redução da evapotranspiração ou coeficiente de cobertura (K_r), bem como estabelecer uma equação adequada à região do Estado do Ceará, aplicada em fruteiras tropicais com idade adulta e irrigadas por microaspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em três locais distintos do Estado do Ceará: Fortaleza (Laboratório de Hidráulica e Irrigação do CCA – UFC), Pentecoste (Fazenda Experimental do Vale do Curu – UFC) e Paraipaba (Campo Experimental da EMBRAPA – CNPAT), no período de Fevereiro a Maio de 2002. Para a pesquisa foram utilizadas plantas de açaí (*Euterpe oleracea*), acerola (*Malpighia puniceifolia*), ata (*Annona squamosa*), caju (*Anacardium occidentale*), goiaba (*Psidium guajava*), graviola (*Annona muricata*), pitanga (*Mouriri glazioviana*) e sapoti (*Manilkara achras*).

Para todas as espécies foram escolhidas, ao acaso, 4 plantas e determinadas, com 3 repetições, medidas do diâmetro da copa (por projeção na superfície do solo), no intervalo entre 11 e 13 horas do dia. Com os valores médios dos diâmetros das copas (D), foram determinados, para todas as culturas, os índices de cobertura (C_s), que expressam a fração da superfície do solo sombreada pela planta, dados pela equação:

$$Cs = \frac{\pi.D^2}{4} \bigg/ Ep.Ef \quad (1)$$

em que,

Ep - espaçamento entre plantas, m

Ef - espaçamento entre fileiras, m

Os coeficientes de redução da evapotranspiração (Kr) foram estimados para as diversas culturas utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{Aljibury} \dots \dots \dots Kr = 1,34 \cdot Cs \quad (2)$$

$$\text{Decroix} \dots \dots \dots Kr = 0,1 + Cs \text{ ou } 1, \text{ assumindo o menor dos dois valores} \quad (3)$$

$$\text{Freeman / Garzoli} \dots \dots \dots Kr = Cs + 0,5 \cdot (1 - Cs) \quad (4)$$

$$\text{Keller} \dots \dots \dots Kr = Cs + 0,15 \cdot (1 - Cs) \quad (5)$$

$$\text{Keller / Karmeli} \dots \dots \dots Kr = Cs / 0,85 \text{ ou } 1, \text{ assumindo o menor dos dois valores} \quad (6)$$

As equações 2, 3, 4 e 5 são apresentadas por CABELLO (1996), a equação 6 é sugerida por KELLER & KARMELI (1974) e as equações 3, 4 e 6 são propostas por FAO (1984), sendo que na equação 4, recomenda-se tomar $Kr = Cs$, quando $Cs < 0,5$ e $Kr = 1$, quando $Cs = 1$.

O delineamento experimental foi o inteiramente aleatorizado, com cinco tratamentos (equações 2, 3, 4, 5 e 6) e oito repetições (culturas: açaí, acerola, ata, caju, goiaba, graviola, pitanga e sapoti).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta valores dos coeficientes de redução da evapotranspiração (Kr) obtidos pelas equações de Aljibury, Decroix, Freeman / Garzoli, Keller e Keller / Karmeli para as culturas escolhidas. A idade (em meses) e o espaçamento (em metros) das culturas foram coletados em campo, e são respectivamente: açaí (34; 5 x 5), acerola (87; 6 x 4), ata (88; 5 x 5), caju (30; 7 x 7), goiaba (36; 5 x 6), graviola (72; 6 x 6), pitanga (72; 5 x 5) e sapoti (88; 6 x 6).

Tabela 1 - Coeficiente de redução da evapotranspiração (Kr) para várias culturas com diâmetro (D) e índice de cobertura do solo (Cs) diferentes, obtido pelas equações de Aljibury, Decroix, Freeman / Garzoli, Keller e Keller / Karmeli

cultura	D (m)	Cs	Kr (%)				
			Aljibury	Decroix	Free / Garzoli	Keller	Kell / Karmeli
açaí	3,35	0,3526	0,4725	0,4526	0,3526	0,4497	0,4148
acerola	3,84	0,4825	0,6466	0,5825	0,4825	0,5601	0,5676
ata	2,95	0,2734	0,3664	0,3734	0,2734	0,3824	0,3216
caju	3,60	0,2077	0,2783	0,3077	0,2077	0,3265	0,2443
goiaba	3,34	0,2921	0,3914	0,3921	0,2921	0,3983	0,3436
graviola	5,24	0,5990	0,8027	0,6990	0,7995	0,6592	0,7047
pitanga	3,92	0,4827	0,6468	0,5827	0,4827	0,5603	0,5679
sapoti	4,30	0,4034	0,5406	0,5034	0,4034	0,4929	0,4746

A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos para um nível de significância de 5% e o coeficiente de variação do ensaio foi de 32,6%, coerente com o indicado por VIEIRA (2006), que considera bom, um ensaio de campo com coeficiente de variação próximo de 30%.

Devido à uniformidade dos tratamentos, foi feito um modelo de regressão linear, com as cinco equações (2, 3, 4, 5 e 6), que forneceu uma equação ajustada ($Kr = 1,1451.Cs + 0,0273$) com um coeficiente de determinação elevado ($R^2=0,89$), como mostra a Figura 1.

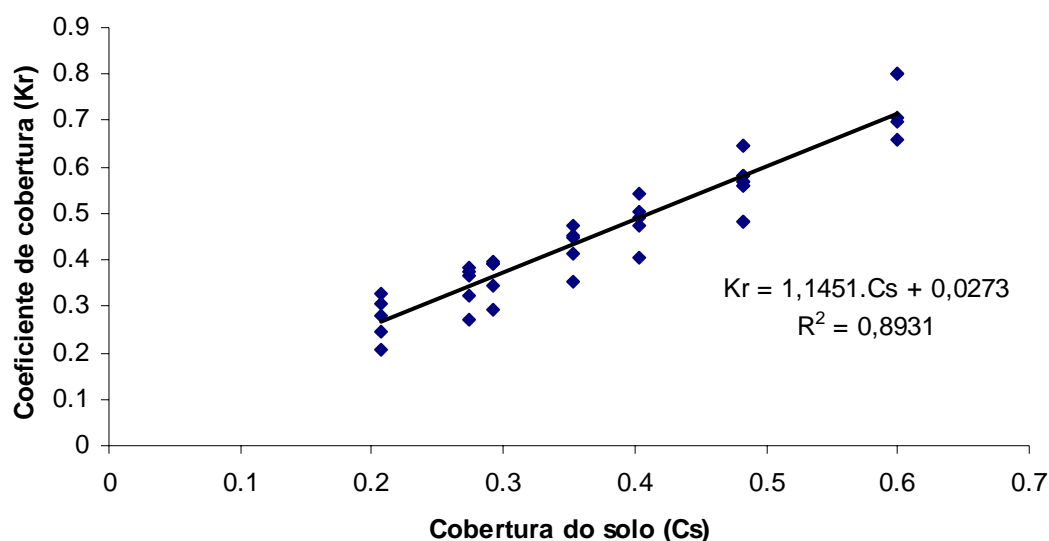


FIGURA 1 – Coeficiente de cobertura ou coeficiente de redução da evapotranspiração (Kr) utilizando a regressão das cinco equações

No trabalho de pesquisa da EMBRAPA – CNPAT (SANTOS et al., 2001), foi usado para determinar o coeficiente de cobertura (Kr) a regressão das equações 2, 3, 4 e 5.

CONCLUSÕES

Não existe diferença significativa entre as cinco equações de determinação do K_r , quando forem aplicadas a culturas tropicais na fase adulta, irrigadas por microaspersão.

De acordo com o presente estudo, existe uma equação ajustada para a determinação do coeficiente de redução da evapotranspiração (K_r), dada pela regressão das equações 2, 3, 4, 5 e 6 que é $K_r = 1,1451 \cdot C_s + 0,0273$, com um coeficiente de determinação $R^2 = 0,89$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA**. São Paulo: FNP, 2007, 516p.

CABELLO, F. P. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF) – goteo – microaspersión – exudación**. 3ª edición. Bilbao, Spain, 1996.

KELLER, J. and KARMELI, D. **Trickle Irrigation Design Parameters**. Trans. ASAE. 1974.

FAO (Food Agricultural Organization) – **Localized Irrigation**. Irrigation and Drainage paper, 36, Roma, Itália, 1984. 203p.

SANTOS, F. J.; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, V. H. **Fertirrigação em cajueiro-anão precoce**. ITEM: Irrigação e Tecnologia Moderna. n° 50. p.52 – 57. 2001.

VIEIRA, S. **Análise de variância: ANOVA**. São Paulo: Atlas, 2006. 204p.